

US PATENT APPLICATION

Title of Invention: LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND METHOD
OF FORMING ALIGNMENT LAYER OF THE LIQUID
CRYSTAL ELEMENT

Filing No. & Date:

Applicant: Masanobu SHIGETA
3-7-1-402, Nobi, Yokosuka-shi, Kanagawa-ken, Japan

Takashi MOROBOSHI
9-32-15, Hino, Kounan-ku, Yokohama-shi, Kanagawa-ken,
Japan

Inventor(s): - ditto -

Priority Data: Japanese Patent Application(s)
No. 2002-307978 filed on October 23, 2002

Assignee: VICTOR COMPANY OF JAPAN, LIMITED
No. 12, 3-chome, Moriya-cho, Kanagawa-ku,
Yokohama, Kanagawa-ken, Japan

Other Countries Filed: None

Our Ref. No.: TP030212US

VICTOR COMPANY OF JAPAN, LIMITED

LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND METHOD OF FORMING ALIGNMENT LAYER OF THE LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

BACKGROUND OF THE INVENTION

【0001】

Field of the Invention:

本発明はビデオプロジェクタ等の大画面ディスプレイに用いる液晶表示デバイスや光コンピュータ等に用いられる液晶表示素子及び液晶表示素子配向膜の形成方法に関する。

【0002】

Description of the Related Art:

画像情報を有する電気信号を画像に変換したり、光情報を電気信号に変換することなしに加工（演算）するデバイスとして、液晶表示素子がある。これを使用して 大画面の映像を表示する装置として液晶プロジェクタがある。

液晶プロジェクタにおいては高解像と高輝度が性能上特に重要であるが、それを両立させることが可能なものとして反射方式の液晶表示デバイスがある。

【0003】

ここに、反射方式の液晶表示デバイスの一例として図12 に示されるような構造が採用されている。

同図において、51はSi基板であり、その上に半導体プロセスによってMOS-FET（52）と電荷蓄積容量53が形成されている。54は絶縁体層、55はMOS-FET（52）のドレイン、56はゲート、57はソースである。

【0004】

また、58は絶縁体層54の上に形成されたAlの反射電極層であり、その下側の一部がMOS-FET（52）のソース57に接続されていると共に、その接続部分から板状の信号検出部59を側方へ延在せしめ、信号検出部59とSi基板5

1の間に SiO_2 の絶縁膜60を介在させることで電荷蓄積容量53を構成している。

【0005】

従って、Si基板51に対して一画素単位でスイッチング素子であるMOS-FET(52)と電荷蓄積容量部53からなる能動素子回路を形成することにより、全体として能動素子基板61側が構成されている。また、71は透明基板であり、ガラス基板72の片面に透明な共通電極膜73を形成した構造になっている。

【0006】

そして、能動素子基板61側の反射電極層58と絶縁体層54が現れた表面と、透明基板71側の共通電極膜73の表面にはそれぞれ配向膜62,74が覆設され、各基板61,71の配向膜62,74の間に負の誘電異方性を有する液晶層80を封止して、液晶表示素子を構成している。

【0007】

液晶表示デバイスは種々の駆動方式が存在しているが、液晶の複屈折を利用し、初期配向状態が液晶基板配向膜62,74の表面に対してほぼ垂直で、電界をかけることで液晶を配向膜62,74の表面に平行に寝かせる方式はコントラスト比や応答速度に優れ、反射型液晶プロジェクタ用に最適な方式であると考えられている。

しかし、この方式では液晶は完全に垂直ではなく、わずかに傾斜させる（プレチルト角を持たせる）必要がある（例えば、特許第2944226号公報）。

【0008】

これまで、配向膜の形成方法としては、有機膜のポリイミド膜のラビング法と無機膜の斜方蒸着法とが知られている。

図13に従来例としての、日本合成ゴム（株）社の発表している垂直配向用ポリイミド膜のプレチルト角を示す。同図において、横軸は材料名を、縦軸はプレチルト角をそれぞれ示す。

ポリイミド配向膜ではポリイミド材料と使用する液晶材料によってプレチルト角の大きさがほぼ決まってしまう、成膜条件やラビング条件を変化させても、プレチルト角をほとんど変えることが出来ない。

一般にプレチルト角は大きなものが得られにくく、大きくできた場合でも、膜の表面状態が悪いために、ムラやラビング筋が発生しやすい。

【0009】

図13に示されるように、プレチルト角が3度以下のグループと約9度のグループに分かれ、その中間が抜けている。実際3～10度のプレチルト角は、ムラのない状態では得られなかった。

従来例としての斜方蒸着法によるプレチルト角は、図14に示した 6.7×10^{-4} Pa（黒四角）のグラフのように（従来はガスは導入しない）、無機配向膜のプレチルト角は2度程度までであり、無機配向膜の液晶表示素子はプレチルト角が3度以上のものは得られなかった。

【0010】

液晶表示素子のコストは、歩留りの向上も含めチップサイズが小さいほど単価が下がると言われている。特にシリコンウェファ上にMOS回路を形成して、液晶を駆動させるアクティブマトリックスタイプの反射型液晶表示素子においては、半導体プロセスとほぼ同等のコスト関係が成立する。

よって、このチップサイズを如何に小さくすることが出来るかがコストの低減には重要となる。

ところが、画素電極のサイズ（画素ピッチ）が同じである場合、解像度（画素数）を上げれば必然的にチップサイズが大きくなる。

【0011】

したがって、コストを上げずに高解像度化を達成するには画素サイズを小さくすることが第一である。

また、解像度が同じであれば、画素サイズを小さくすることによりチップサイズも小さくなり、コストの低減につながる。すなわちコスト面からすると可能な限り画素サイズは小さいことが望ましい。

【0012】

一方、液晶表示デバイスを使用してスクリーンに画像を投影する液晶プロジェクタでは、その性能の最も重要なファクターの一つとして明るさがあげられる。

一定のスクリーンサイズに対して表示明るさは、照明系、光学系、表示デバイ

スによって総合的に決定される。

【0013】

液晶表示デバイスの明るさを決定する要因としては、例えば反射型デバイスでは、電極の反射率、開口数 (NA)、回折ロス、液晶の駆動効率などがある。

回折ロスに関しては投射レンズのNA (またはf値) で差が出るが、その他は表示デバイス単独の性能である。一方、デバイス単独では決まらないが非常に重要な要素としてデバイスのサイズがある。

【0014】

システムの明るさ効率に関して、例えば、F.E.DOANY et al. IBM J.RES.DEVELOP Vol.42 No.3/4 MAY/JULY 1998 pp387-399 の Figure 6 に説明されているように、光学系の開口数 (NA)、表示デバイスの対角長 (DSLM)、及び光源のアーキギャップ長により制限を受けることがわかる。

【0015】

開口数 (NA) の増加はコントラスト比やコストの点で限界があり、一般に0.1~0.2である。また、光源のアーキギャップ長は小さいほどよいが、ランプ寿命が悪化するため商品レベルでは1.4~2mmと考えられる。

このような条件で、実用的な効率を維持するには表示デバイスの対角長 (DSLM) は0.5 inch (12.7mm)~0.7 inch程度は必要であることがわかった。

また、1 inch以上のサイズになると効率は飽和してくるためメリットは小さい。

【0016】

前述したように、デバイスのサイズと解像度 (表示画素数) とは決まった関係にあり、解像度とパネルサイズを指定すれば画素サイズが決まる。例えば0.9 inchでSXGA(1365×1024画素)を表示するには画素サイズ (画素ピッチ) は13.5 μ mとなる。

【0017】

また0.7 inchでHDTV(1920×1080画素)の画像を表示するには画素の大きさは8.1 μ mと従来の液晶表示デバイスの画素サイズ20 μ mに

比較して非常に小さくなる。

このような小さな画素サイズになると、これまであまり影響のなかった性質が問題となることが小さな画素サイズの液晶表示デバイスを扱って初めて分かってきた。

【0018】

ホメオトロピック ECB モードではプレチルト角の大きさと、デバイスの表示特性が大きく変化する。

プレチルト角が小さい（垂直に近い）ほどコントラスト比は大きくとれるが、プレチルト角が小さい（垂直に近い）と、駆動電圧比の大きい白黒パターン表示時の境界付近にディスクリネーションラインと呼ばれる暗ラインが発生しやすくなる。

【0019】

このディスクリネーションラインの発生は画素電極の面積の一部が駆動されないために画素の駆動効率が落ちることになる。

単に明るさが落ちるだけであればそれほど大きな問題とはならないが、色の変化になって現れる場合は画像品位を落とすため実用上問題となる。

【0020】

例えば三原色を合成してフルカラーを表示するプロジェクタにおいて、細い線を表示した場合の白黒の線が色づいて見える、大きなブロックの場合は一方向のエッジにだけ特定の色づきが見えるなどである。

このような現象は表示素子とシステムとの相互関係が大きく関係している。すなわち三色合成光学系によりデバイスの一つがスクリーン上で向きが逆になることが大きな原因である。

【0021】

図10にディスクリネーションライン発生の様子を模式的に示した。PBSと液晶表示素子の位置関係から、液晶表示素子の配向方向（液晶の倒れる方向）は、図のように矩形状の液晶表示素子画面の垂直線に対して時計方向に45度回転させた方向として、コントラスト比を大きくする。

このとき 1 画素のみ駆動したときディスクリネーションラインは図のように 2

辺に発生する。図 1 1 には黒地に一本のラインを表示したときの見え方の一例を示した。

【0022】

このライン状にみえる暗部は画素の端から一定の距離に発生し、画素の大きさにはほとんど影響しない。したがって画素サイズが小さくなるほど、表示に対する影響が大きくなる。

【0023】

前述したように、画素サイズはパネルサイズと解像度で決定され、またシステムの効率と表示パネルのコストからパネルサイズが制限される。したがって、プロジェクタに必要な解像度の画素サイズとしては 7 から 15 μm 程度が好ましいと考えられ、このサイズにおいてディスクリネーションの影響が出ないようプレチルト角を制御することが重要である。

【0024】

また、配向膜の形成方法としては、一般にポリイミド膜のラビング法や無機膜の斜方蒸着法が知られている。

しかし、ポリイミド配向膜はプレチルト角が自由に変えられなく、光劣化しやすい問題があり、また斜方蒸着法ではプレチルト角 α は 2 度程度までで、それ以上大きく出来ず、再現性が悪いなどの問題がある。

SUMMARY OF THE INVENTION

【0025】

そこで本発明はこれらの問題を解決するためになされたものであり、無機膜の斜方蒸着法を改良して、使用目的に応じ最適となる配向膜を有する液晶素子及び液晶素子配向膜の形成方法を提供することを目的とするものである。

【0026】

本発明は上記目的を達成するためになされたものであり、請求項 1 に記載された発明は、

一方が光を透過する透明基板 11 である一対の基板 11, 15 間に負の誘電異方性を有する液晶 13 を封止してなる液晶表示素子 10 において、

前記液晶を封止している前記一対の基板の前記液晶を封止している各基板側にそれぞれ前記液晶 13 のプレチルト角 α を 3 度乃至 10 度とする無機配向膜 12, 14 が設けられていることを特徴とした液晶表示素子を提供し、

請求項 2 に記載された発明は、

請求項 1 に記載された液晶表示素子の配向膜を基板上に形成する液晶表示素子の配向膜の形成方法であって、

成膜装置 100 内に配置した前記無機配向膜材料 111 の蒸気流が前記成膜装置内に配置した前記各基板 11, 15 に前記各基板の法線に対して 40 度乃至 60 度の角度 θ から入射するように、前記各基板の位置をそれぞれ設定し、

酸素ガスを前記成膜装置内に導入し、前記プレチルト角 α が 3 度乃至 10 度となるように前記酸素ガス圧を設定して、

前記無機配向膜 12, 14 を前記各基板に蒸着させて形成するようにしたこと
を特徴とする液晶表示素子の配向膜の形成方法を提供するものである。

Other object and further features of the present invention will be apparent from the following detailed description when read in conjunction with the accompanying drawings.

BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS

【図 1】

本発明の液晶表示素子の一実施例の断面の構成を示した図である。

【図 2】

本発明の液晶表示素子の一実施例の液晶とプレチルト角の関係を模式的に示した図である。

【図 3】

本発明の液晶表示素子を構成する配向膜の作製に使用する配向膜の成膜装置を

示した図である。

【図 4】

本発明方法により作製された配向膜付き基板の配向膜の蒸着角とプレチルト角の関係を示した図である。

【図 5】

コントラスト比の測定系概略図である。

【図 6】

表示画質を評価する画像評価用光学システムの一例の概略ブロック構成を示した図である。

【図 7】

プレチルト角とコントラスト比の関係を示したグラフである。

【図 8】

プレチルト角と画像評価の結果を示した図である。

【図 9】

1 画素駆動時における液晶の駆動状態をプレチルト量に対してシミュレーションした結果を示す図である。

【図 10】

ディスクリネーションラインの説明をするための図である。

【図 11】

ディスクリネーションラインの説明用の図である。

【図 12】

従来の液晶表示素子の一例の断面の構成を示した図である。

【図 13】

ポリイミド配向膜のプレチルト角を示したグラフである。

【図 14】

従来の方法による蒸着角とプレチルト角の関係を示した図である。

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

【0027】

[Embodiment One]

実施例1に適用される液晶表示素子10を図1に示し、液晶表示素子10の液晶とプレチルト角の関係を模式的に図2に示す。

実施例1の液晶表示素子10は透明基板（ガラス基板72と共通電極膜73よりなる）11、無機配向膜12、液晶13、無機配向膜14、及び駆動基板（Si基板51と絶縁体層54と反射電極層58とよりなる）15を有して構成されている。

【0028】

この液晶表示素子10は、一方が光を透過する透明基板である一対の基板11、15間に負の誘電異方性を有する液晶13を封止してなる液晶表示素子10において、前記一対の基板11、15の前記液晶を封止している側にそれぞれ前記液晶13のプレチルト角 α を3度乃至10度とする無機配向膜12、14が設けられていることを特徴としたものである。

図1において、51はSi基板であり、その上に半導体プロセスによってMOS-FET（52）と電荷蓄積容量53が形成されている。なお、54は絶縁体層、55はMOS-FET（52）のドレイン、56はゲート、57はソースである。

【0029】

また、58は絶縁体層54の上に形成されたAlの反射電極層であり、その下側の一部がMOS-FET（52）のソース57に接続されていると共に、その接続部分から板状の信号検出部59を側方へ延在せしめ、信号検出部59とSi基板51の間にSiO₂の絶縁膜60を介在させることで電荷蓄積容量53を構成している。

【0030】

従って、Si基板51に対して一画素単位でスイッチング素子であるMOS-FET（52）と電荷蓄積容量部53からなる能動素子回路を形成することにより、全体として能動素子基板15側が構成されている。

一方、11は透明基板であり、ガラス基板72の片面に透明な共通電極膜73を形成した構造になっている。

【0031】

そして、能動素子基板15側の反射電極層58と絶縁体層54が現れた表面と、透明基板11側の共通電極膜73の表面にはそれぞれ配向膜14,12が覆設され、各基板11,15の配向膜12,14の間に負の誘電異方性を有する液晶層13を挟装封止して、全体として液晶表示素子10を構成している。

【0032】

液晶表示デバイスは種々の駆動方式が存在しているが、液晶の複屈折を利用し、初期配向状態が液晶基板配向膜12,14の表面に対してほぼ垂直で、電界をかけることで液晶13を配向膜12,14の表面に平行に寝かせる方式（ホメオトロピックECBモードまたは垂直配向方式）はコントラスト比や応答速度に優れ、反射型液晶プロジェクタ用に最適な方式であると考えられている。

ホメオトロピックECBモードでは液晶は完全に垂直ではなく、わずかに傾斜させてプレチルト角を持たせる必要があることから、プレチルト角の制御が重要となる。

【0033】

[Embodiment Two]

実施例2に適用される液晶表示素子配向膜の形成方法について、以下に図と共に説明する。

図3は実施例2に適用される液晶表示素子を構成する配向膜の作製に使用する配向膜の成膜装置の概略構成を示したものである。

【0034】

実施例2は、前述した液晶表示素子10の配向膜を基板上に形成する液晶表示素子の配向膜の形成方法であって、成膜装置100内に配置した前記無機配向膜材料111の蒸気流が前記成膜装置内に配置した前記各基板11,15に前記各基板の法線に対して40度乃至60度の角度 θ から入射するように、前記各基板の位置をそれぞれ設定し、酸素ガスを前記成膜装置内に導入し、前記プレチルト角 α が3度乃至10度となるように前記酸素ガス圧を設定して、前記無機配向膜

12, 14を前記各基板に蒸着させて形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0035】

実施例2は酸素ガス(O_2)を導入して電極表面に無機 SiO_2 膜を成膜するものである。

以下液晶表示素子を構成する、ガラス基板72と共通電極膜73よりなる透明基板11に無機配向膜12を付着させた透明基板A、及びSi基板51と絶縁体層54と反射電極層58とよりなる駆動基板15に無機配向膜14を付着させた能動素子基板Bを形成する液晶表示素子配向膜の形成方法について説明する。

【0036】

図3に示す成膜装置100の基板ホルダー120に、透明導電膜73を付与した透明基板11と、Si基板51、絶縁体層54、アクティブマトリックスタイプの反射型電極層58を有する駆動基板15とをセットする。

なお、同図では透明基板11と駆動基板15とを一緒にした図としているが、実際のものは成膜装置100の配向材料111を有する蒸発源110に対して別々の位置に設定配置されるものである。

次に、蒸着法により透明基板11と駆動基板15の各電極表面に無機 SiO_2 膜を80nm成膜して無機配向膜12, 14を生成して基板A, Bを形成する。

【0037】

成膜装置100のハロゲンランプヒーター130によって、基板温度は200度(°C)に設定する。

液晶の倒れる方向を出来上がった液晶表示素子画面の垂直線に対して時計方向に45度回転した方向とするため、矩形状の各基板11, 15の面を矩形状の基板ホルダー120の面に並行に密着させて取り付ける際に前記基板ホルダー120の底辺に対して各基板11, 15の底辺を面内で何れか一方の方向に45度回転させて取り付ける。

【0038】

このとき成膜装置100内に配置した無機 SiO_2 の配向材料111の傾斜蒸着法による蒸気流が前記成膜装置100内に配置した前記基板11, 15の法線に

対して40度乃至60度の角度から前記基板11, 15に入射するように前記蒸発源110の配向材料111と前記基板11, 15間の蒸着角度 θ を設定するが、蒸着角度 θ は0から70度の範囲で変えて設定が出来るようにしてある。

【0039】

また、成膜時に酸素ガス(O_2)を所定の圧力になるよう導入する。

前記配向膜の成膜時のガス圧は $6E-3Pa$ 乃至 $3E-2Pa$ となるように酸素ガス(O_2)を前記成膜装置100内に導入する。

なお、ここでは反射電極のサイズ(画素ピッチ)は $7.6\mu m$ 及び $13.5\mu m$ とする。

【0040】

このようにして得られた配向膜付き基板A, Bを、所定のセル厚にするためのスペーサを介して貼り合わせ、基板A, B間に負の誘電異方性を有するネマチック液晶13を注入して、液晶表示素子10を完成する(図1参照)。

【0041】

同じ成膜装置100によって無機配向膜付き基板A, Bには配向膜が同時に同じ条件で生成可能であるので、両者の基板の配向膜のプレチルト角を全く同じ角度 α に生成出来るのが大きな特徴である。

このペア基板を組として1個の液晶表示素子を作製するのがプレチルト角 α の精度を出すにはより望ましいことである。

【0042】

実施例2の形成方法により作製された配向膜付き基板の配向膜の蒸着角とプレチルト角の関係を図4に示す。

測定は、素子と同一の形状のITO膜付きガラス基板を用意し、素子基板と同時に配向膜を作製し、一对のガラス基板を貼り合わせて測定サンプル(プレチルト評価用ガラスセル)を作製して行った。プレチルト角の測定にはクリスタルローテーション法を採用した。

同図に示した酸素ガス(O_2)のガス圧を $6.7E-3Pa$ にした四角印で示したグラフは、蒸着角度が大きくなるにしたがって、プレチルト角はそれに対応して大きくなり、蒸着角50度でプレチルト角4.5度、蒸着角60度でプレチル

ト角6度を示している。これまで得られなかったプレチルト角3度以上の所定のプレチルト角度ものが蒸着角を調整することにより得られる。

【0043】

酸素ガス圧を増大させて $1.3 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ にした三角印で示したグラフも、蒸着角度が大きくなるにしたがって、プレチルト角はそれに対応して大きくなり、蒸着角50度でプレチルト角4.5度、蒸着角50～60度で急激に増大して蒸着角60度でプレチルト角10度を示している。

【0044】

酸素ガス圧を更に増大させて $2.0 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ にした丸印で示したグラフも、蒸着角度が大きくなるにしたがって、プレチルト角はそれに対応して大きくなり、蒸着角50度でプレチルト角5.5度、蒸着角50～60度で急激に増大して蒸着角60度でプレチルト角11.5度を示している。

更に $2.7 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ にした斜角印で示したグラフも、蒸着角度が大きくなるにしたがって、プレチルト角はそれに対応して大きくなり、蒸着角50度でプレチルト角7度、蒸着角60度でプレチルト角10度を示している。

【0045】

酸素ガスを導入する場合は、蒸着角度が大きくなるにしたがって、プレチルト角はそれに対応して大きくなって、ガスを導入しない場合よりも同じ角度でのプレチルト角は大きくすることが出来る。

これまで得られなかったプレチルト角3度以上の所定のプレチルト角度ものが蒸着角を調整することにより得られることが分かる。

3度乃至10度のプレチルト角を確保するには、蒸着角度を40度乃至60度に設定し、成膜時のガス圧を $6 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 乃至 $3 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ となるように設定すればよいことが図4の各グラフより分かる。

なお、全体的に蒸着角度が60度以上になるとバラツキやムラの発生も拡大している。

【0046】

アルゴンガス(Ar)を導入した場合のデータも黒三角印のグラフで示した。

この場合も酸素ガスの場合と同様な傾向を示し、蒸着角度が大きくなるにした

がって、プレチルト角はそれに対応して大きくなり、蒸着角50度でプレチルト角4度、蒸着角60度でプレチルト角6度を示した。

【0047】

これらのサンプルを図5の装置によりコントラスト比を測定し、またディスクリネーションラインの発生量は図6の装置により測定した結果につき、以下に図と共に説明する。

【0048】

図7にプレチルト角とコントラスト比の関係を示す。

測定波長は544nm、セル厚は3.22 μ mである。測定は図5の装置によるが、He-Neレーザ光源21から出た光を偏光板22を通して測定サンプルの液晶表示素子24に入射させる。変調を受けた反射光はビームスプリッタ23により分離され、偏光板26を通過後、光パワーメータ27に入射される。

【0049】

サンプルの液晶表示素子24のコントラスト比測定は、駆動回路25により入力信号を駆動し、入力信号をゼロから最大レベルまで変化させ、そのときの光強度を光パワーメータ27で測定することによってコントラスト比測定を行う。

【0050】

図7に示される取得データのグラフは、プレチルト角が大きくなるとコントラスト比は低下する傾向を示す。

例えばプレチルト角が3度ではコントラスト比は略10000:1で、6度ではコントラスト比は略1000:1で、プレチルト角が10度を超えるとコントラスト比は100:1以下となり、画像表示デバイスとしてはコントラスト比は十分でなくなる。

【0051】

1画素列を駆動した場合に、図11に示したようなダークライン（ディスクリネーションライン）の直線が観察される。

ダークラインの画素のエッジからの位置や強度は、セル厚や光の波長によって変化するが、画素の大きさにはほとんど依存しない。

一方、プレチルト角を変化させるとダークラインの位置や強度は変化する。

【0052】

次に、これらの液晶表示素子のサンプルを光学系に適用した場合の画像結果を図10に示す。

図8のデータは、図6に示す評価用光学システムを用いてスクリーン上で白色ラインを種々な角度に表示した時の画像品位（色づき度合い）を目視で画像を評価した画像評価結果を、13.5 μm のデバイスと7.6 μm のデバイスの場合について、プレチルト角（度）でそれぞれ示したものである。

【0053】

図6の評価用光学システムは、白色光源31から出た光はダイクロイックミラー32、33によりRGBの三原色に分離され、PBS-R34、PBS-G35、PBS-B36を通して表示デバイス37、38、39に入射する。変調を受けた各反射光はクロスダイクロイックプリズム40により合成され、図示しないプロジェクションレンズを介してスクリーンに拡大投影される。

なお、表示デバイスと各PBSの間には図示されていないが $\lambda/4$ 板が挿入されていて、コントラスト比の向上が図られている。

【0054】

この図6の評価用光学システムは、プロジェクタで使用される光学系であるが、構造上一つの液晶表示素子38がスクリーン上に表示されるデバイスの向きが他の二つの液晶表示素子37、38がスクリーン上に表示されるスクリーン上でのデバイスの向きに対して左右（または上下）逆となるため、ディスクリネーションラインの画素上の位置も左右（または上下）逆となる。従ってディスクリネーション量が大きいとより色付きが強調される。

【0055】

図8に示されるように、画像評価の結果は、13.5 μm のデバイスの場合においてはラインの色付きがプレチルト角が1度以下では明確に観察され、2度～3度で色付きは改善がみられ、3度以上では色付きは実用上問題のないレベルまで減少している。

【0056】

また、7.6 μm のデバイスの場合においては6度以上では色付きは実用上問

題のないレベルまで減少している。

ディスクリネーションラインはプレチルト角が大きくなるにしたがって画素の端に移動し、強度も小さくなる。

【0057】

図9は画素ピッチ $7.6\mu\text{m}$ の表示素子について、1画素（1ライン）駆動時における液晶の駆動状態（明るさに対応）をプレチルト量に対してシミュレーションした結果である。液晶厚は $3.2\mu\text{m}$ 、画素間隙は $0.5\mu\text{m}$ で、それぞれのプレチルトに対して、明るさが最大になる電圧を駆動画素に印加し、他の画素はスレシホールド電圧として 1V を印加している。

暗く見えるメインピークとサブピークのための落ち込みが、ディスクリネーションラインとして観察される部分である。図から明らかなようにプレチルトが大きくなるにしたがって、落ち込みの位置が画素の端に移動しサブピークの大きさも急激に小さくなる。 $7.6\mu\text{m}$ のように画素サイズが小さくなると拡大倍率も必然的に大きくなるが、それでもプレチルトが7度程度になるとほとんどディスクリネーションラインが観察できなくなることが予想される。上述の評価結果はこのような駆動特性に対応していると考えられる。またこの図からプレチルト角10度でサブピークはほとんど消失しており、これ以上プレチルトを大きくすることは、コントラスト比の悪化を考慮すると、ほとんど意味のないことも予想できる。

【0058】

[Embodiment Three]

実施例3は酸素ガス (O_2) を導入して基板11、15の電極表面に無機 Al_2O_3 膜を配向膜として成膜するものである。

【0059】

透明導電膜73を付与した基板11と、Si基板51、絶縁体層54、アクティブマトリックスタイプの反射型電極層58を有する駆動基板15とを実施例2と同様に図3に示す成膜装置100の基板ホルダー120にセットし、蒸着法により基板11と駆動基板15の電極表面に無機 Al_2O_3 膜を 80nm 成膜して無機配向膜12を生成して基板A、Bを形成する。

成膜装置100のハロゲンランプヒーター130によって、基板温度は 200°C

に設定する。

【0060】

このとき成膜装置100内に配置した無機 Al_2O_3 の配向材料111の傾斜蒸着法による蒸気流が前記成膜装置100内に配置した前記基板11, 15の法線に対して所定の角度から前記基板11, 15に入射するように前記蒸発源110の配向材料111と前記基板11, 15間の蒸着角度 θ を設定するが、ここでは蒸着角度 θ は55度とする。

【0061】

また成膜時に酸素ガス(O_2)を成膜装置100内に $1.3E-2Pa$ の圧力になるようにガス導入コック140より導入する。

なお、反射電極のサイズ(画素ピッチ)は $13.5\mu m$ である。

成膜後さらに $0.1Pa$ の減圧中でオクタデカノールを蒸発させ、配向膜面を蒸気にさらす。このときの基板温度は $150^{\circ}C$ である。

【0062】

このようにして成膜装置100内で得られた配向膜付き基板A, Bを、所定のセル厚にするためのスペーサ(図示せず)を介して貼り合わせ、基板A, B間に負の誘電異方性を有するネマチック液晶13を注入して、液晶表示素子10が完成する(図1参照)。

【0063】

こうして得られたサンプルを図6の評価系により実施例1と同様に画像品位を評価したところ、良好な結果が得られた。

このように実施例3に適用される液晶表示素子配向膜の形成方法により、再現性よくプレチルト角を $3\sim 10$ 度にコントロール出来るので、高解像度(微小画素)表示素子において、高品質の画像表示が可能となるものである。

【0064】

従来プレチルト角は例えば特許文献1にも示されているように1度以下で使われていたが、画素サイズが小さくなるとディスクリネーションの影響が無視出来なくなり、各実施例のようにプレチルト角の設定を3度以上にするとよいことが判明した。

一方、10度を超える値にすると前述したようにコントラスト比が低下し、実用上問題なることが判った。

【0065】

実施例2によれば、プレチルト角は3度乃至10度とするため、成膜時の入射角度を40～60度に設定し、且つガス圧を $6 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ ～ $3 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ に設定することにより、要求されるプレチルト角である3度乃至10度が容易に再現性良く得られる。

また実施例3では基板温度は200℃としたが、150℃以下ではプレチルト角の経時変化が観察された。

【0066】

また、実施例1の液晶表示素子を3板式プロジェクタに搭載すると、反射型表示素子の特徴を生かした、光利用率が高くコストパフォーマンスにすぐれ、さらに光劣化のない信頼性の高い高解像度が得られる画像表示システムを提供することが出来る。

【0067】

以上に説明した如く、本発明によると、液晶表示素子の無機配向膜のプレチルト角は傾き3～10度とこれまでのものより大きなプレチルト角であるので、所定の角度のものを作製または選択することにより、この素子を使用した画像表示システムは画像のコントラストを十分に確保出来ると共にディスクリネーションの影響も少なく出来る。

【0068】

また、本発明によると、無機配向材料を使用してプレチルト角3～10度の液晶表示素子配向膜を有する液晶表示素子を形成することが出来る。

It should be understood that many modifications and adaptations of the invention will become apparent to those skilled in the art and it is intended to encompass such obvious modifications and changes in the scope of the claims appended hereto.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A liquid crystal display element comprising:

一方が光を透過する透明基板である一対の基板間に負の誘電異方性を有する液晶を封止してなる液晶表示素子において、

前記液晶を封止している前記一対の基板の前記液晶を封止している各基板側にそれぞれ前記液晶のプレチルト角を3度乃至10度とする無機配向膜が設けられていることを特徴とした液晶表示素子。

2. A method of forming an alignment layer on a substrate of a liquid crystal display element comprising:

請求項1に記載された液晶表示素子の配向膜を基板上に形成する液晶表示素子の配向膜の形成方法であって、

成膜装置内に配置した前記無機配向膜材料の蒸気流が前記成膜装置内に配置した前記各基板に前記各基板の法線に対して40度乃至60度の角度から入射するように、前記各基板の位置をそれぞれ設定し、

酸素ガスを前記成膜装置内に導入し、前記プレチルト角が3度乃至10度となるように前記酸素ガス圧を設定して、

前記無機配向膜を前記各基板に蒸着させて形成するようにしたことを特徴とする液晶表示素子の配向膜の形成方法。

ABSTRACT

一方が光を透過する透明基板 1 1 である一対の基板 1 1, 1 5 間に負の誘電異方性を有する液晶 1 3 を封止してなる液晶表示素子 1 0 において、前記液晶を封止している前記一対の基板の前記液晶を封止している各基板側にそれぞれ前記液晶 1 3 のプレチルト角 α を 3 度乃至 1 0 度とする無機配向膜 1 2, 1 4 が設けられている。